

540,470

Rec'd PCT/PTO 23 JUN 2005

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004年8月26日 (26.08.2004)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/071718 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: B25J 19/06, 05/00
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/001578
- (22) 国際出願日: 2003年2月14日 (14.02.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 本田技研工業株式会社 (HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒107-8556 東京都港区南青山二丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 小川 直秀 (OGAWA, Naohide) [JP/JP]; 〒351-0193 埼玉県和光市中央一丁目4番1号 株式会社本田技術研究所

内 Saitama (JP). 河口 裕一郎 (KAWAGUCHI, Yuichiro) [JP/JP]; 〒351-0193 埼玉県和光市中央一丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 相原 雅樹 (AIHARA, Masaki) [JP/JP]; 〒351-0193 埼玉県和光市中央一丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 松本 隆志 (MATSUMOTO, Takashi) [JP/JP]; 〒351-0193 埼玉県和光市中央一丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP).

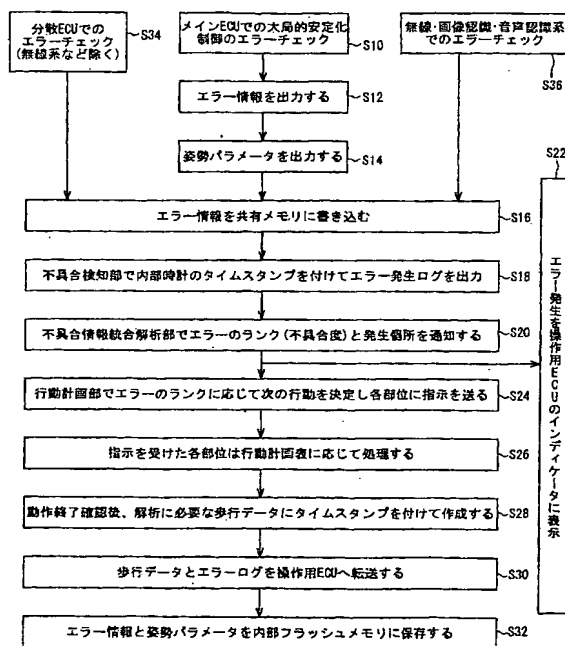
(74) 代理人: 吉田 豊 (YOSHIDA, Yutaka); 〒170-0013 東京都豊島区東池袋一丁目20番2号 池袋ホワイトハウスビル816号 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ,

[続葉有]

(54) Title: ABNORMALITY DETECTOR OF MOVING ROBOT

(54) 発明の名称: 移動ロボットの異常検知装置



S10...ERROR CHECK OF GENERAL STABILIZATION CONTROL AT MAIN ECU  
S12...OUTPUT ERROR INFORMATION  
S14...OUTPUT ATTITUDE PARAMETERS  
S16...WRITE ERROR INFORMATION IN SHARED MEMORY  
S18...OUTPUT ERROR GENERATION LOG WHILE ATTACHING TIME STAMP OF INTERNAL CLOCK AT TROUBLE DETECTING SECTION  
S20...INFORM THE RANK (DEGREE) OF ERROR AND OCCURRING POSITION THEREOF AT TROUBLE INFORMATION INTEGRATED ANALYZING SECTION  
S22...INDICATE OCCURRENCE OF ERROR ON INDICATOR OF OPERATING ECU  
S24...DETERMINE NEXT ACTION DEPENDING ON THE ERROR RANK AT ACTION PLANNING SECTION AND DELIVER INSTRUCTION TO EACH PART  
S26...EACH PART PERFORMS PROCESSING ACCORDING TO ACTION PLAN UPON RECEIVING DESIGNATION  
S28...AFTER CONFIRMING END OF OPERATION, GENERATE WALKING DATA REQUIRED FOR ANALYSIS WHILE ATTACHING TIME STAMP  
S30...TRANSFER WALKING DATA AND ERROR LOG TO OPERATING ECU  
S32...STORE ERROR INFORMATION AND ATTITUDE PARAMETERS IN INTERNAL FLASH MEMORY  
S34...ERROR CHECK AT DISTRIBUTED ECU (EXCLUDING RADIO SYSTEM, AND THE LIKE)  
S36...ERROR CHECK AT RADIO/IMAGE RECOGNITION/VOICE RECOGNITION SYSTEM

(57) Abstract: An abnormality detector of a moving robot (1) arranged such that self-diagnosis is made in the abnormality detector of the moving robot whether the internal state quantity has an abnormal value or not or whether at least any one, e.g. an inner field sensor, is abnormal or not, abnormality information is delivered when a decision is made that an abnormality has occurred with the date of occurrence being attached thereto and stored in an internal memory (68g) and an external memory (94a). Reliability of abnormality detection of the moving robot can thereby be enhanced and the circumstance leading to abnormality can

[続葉有]

WO 2004/071718 A1



TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR), OAPI

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

be grasped accurately because the abnormality information is stored with the date of occurrence being attached thereto. In addition to the date of occurrence, parameters indicative of the state quantity can be attached to the abnormality information being stored in the external memory.

(57) 要約: 移動ロボット(1)の異常検知装置において内部の状態量が異常な値か否か、あるいは内界センサなどの少なくともいずれかが異常か否か自己診断し、異常と判定されたとき、その異常情報を異常が発生した日時を付して出力して内部メモリ(68g)に格納すると共に、外部メモリ(94a)に格納する如く構成したので、移動ロボットの異常検知の信頼性を向上させることができ、異常の発生日時を付して格納することで異常になるに到った経緯を正確に把握することができる。さらには、異常の発生日時に加えて状態量を示すパラメータを付して外部メモリに格納することができるようにした。

## 明細書

## 移動ロボットの異常検知装置

## 5 技術分野

本発明は移動ロボットの異常検知装置に関する。

## 背景技術

移動ロボット、例えば脚式移動ロボットの異常検知装置としては、特願 2001-150374 号公報記載の技術が知られている。この技術においては、システム内の異常を自己診断すると共に、診断結果を音声による自然な会話形式で音声出力装置および通信インターフェースを介してユーザ（操作者）に出力している。

一般に通信インターフェースは故障しがちである。また、脚式移動ロボット、特に 2 足のヒューマノイド型（人間型）の脚式移動ロボットは姿勢が不安定であることから、システム内に異常が生じたときに転倒し易く、通信インターフェースはそれによっても損傷する恐れがある。通信インターフェースが故障すると、自己診断結果が失われる可能性が高い。

さらに、システム内に異常が生じた場合、その事実に加え、その発生日時あるいはそのときの姿勢などの状態量も併せて記憶するようにしておくと、どのような経緯を経て異常に到ったか判断することができて便宜である。しかしながら、上記した従来技術においては、それらの点で必ずしも十分に満足できるものではなかった。

## 25 発明の開示

従って、この発明の目的は上記した不都合を解消し、異常が生じたか否か自己診断し、異常が検知されたとき、その結果を搭載コンピュータのメモリに記憶すると共に、外部のコンピュータに出力してそのメモリにも格納するように構成することで、異常検知の信頼性を向上させるようにした移動ロボットの異常検知装

置を提供することにある。

さらに、この発明の第2の目的は、異常などが検知されたとき、発生日時あるいはそのときの姿勢などの状態量も併せて格納することで異常検知の信頼性を一層向上させるようにした移動ロボットの異常検知装置を提供することにある。

- 5 この発明は、上記した課題を解決するために、後述する請求の範囲第1項に記載する如く、駆動モータと、内部の状態量を測定する内界センサとを少なくとも備え、搭載されたマイクロコンピュータからなる制御ユニットにおいて少なくとも前記内界センサの出力から得た状態量に基づいて前記駆動モータを作動させて移動する移動ロボットの異常を検知する異常検知装置において、前記制御ユニットが、前記状態量が異常な値か否か、あるいは前記内界センサおよび駆動モータを少なくとも含む前記ロボットの搭載機器の少なくともいずれかが異常か否か自己診断する自己診断手段、前記自己診断手段によって異常と判定されたとき、その異常情報を前記異常が発生した日時を付して出力する異常情報出力手段、および前記異常情報出力手段の出力を、前記制御ユニットに設けられた内部メモリに
- 10 格納すると共に、前記ロボットの外部に設けられた外部メモリに格納する異常情報格納手段を備える如く構成した。このように、状態量が異常な値か否か、あるいは内界センサなどの少なくともいずれかが異常か否か自己診断し、異常と判定されたとき、その異常情報を異常が発生した日時を付して出力して内部メモリに格納すると共に、外部メモリに格納する如く構成したので、移動ロボットの異常
- 15 検知の信頼性を向上させることができる。さらに、異常の発生日時を付して格納することで異常になるに到った経緯を正確に把握することができる。尚、この明細書において「異常」とは正常ではない全ての場合を意味し、劣化、故障、損傷などあらゆる事象によって正常ではないことを意味する。
- 20

- また、この発明は、後述する請求の範囲第2項に記載する如く、駆動モータと
- 25 、内部の状態量を測定する内界センサとを少なくとも備え、搭載されたマイクロコンピュータからなる制御ユニットにおいて少なくとも前記内界センサの出力から得た状態量に基づいて前記駆動モータを作動させて移動する移動ロボットの異常を検知する異常検知装置において、前記制御ユニットが、前記状態量が異常な値か否か、あるいは前記内界センサおよび駆動モータを少なくとも含む前記ロボ

ットの搭載機器の少なくともいずれかが異常か否か自己診断する自己診断手段、前記自己診断手段によって異常と判定されたとき、その異常情報を前記異常が発生した日時を付して出力する異常情報出力手段、および前記異常情報出力手段の出力を、前記ロボットの状態量を示すパラメータと共に前記制御ユニットに設け  
5 られた内部メモリに格納すると共に、前記ロボットの外部に設けられた外部メモリに格納する異常情報格納手段を備える如く構成した。このように、状態量が異常な値か否か、あるいは内界センサなどが異常か否か自己診断し、異常と判定されたとき、その異常情報を異常が発生した日時を付して出力すると共に、その出力をロボットの状態量を示すパラメータと共に内部メモリと外部メモリに格納す  
10 るように構成したので、異常の発生日時に加えて状態量を示すパラメータを付して格納することで異常になるに到った経緯を一層正確に把握することができ、よって移動ロボットの異常検知の信頼性を一層向上させることができる。

また、この発明は、後述する請求の範囲第3項に記載する如く、前記制御ユニットは、少なくとも目標操作量を入力し、前記目標操作量を満足するように制御  
15 対象である前記ロボットの目標挙動を出力する動力学モデルに基づき、少なくとも前記動力学モデルと前記ロボットの状態量の偏差に応じた前記目標値の修正量を少なくとも前記動力学モデルに付加的に入力して前記動力学モデルの挙動を修正する動力学モデル挙動修正手段と、および前記動力学モデルの挙動を追従するように、前記駆動モータの作動を制御する制御手段とを備えるものであると共に  
20 、前記自己診断手段は、前記動力学モデルと前記ロボットの状態量の偏差が所定値を超えると、前記状態量が異常な値と自己診断する如く構成した。このように、上記した制御を行うときも動力学モデルとロボットの状態量の偏差が所定値を超えると、状態量が異常な値と自己診断する如く構成したので、前記した効果に加え、状態量の異常を精度良く検知することができて移動ロボットの異常検  
25 知の信頼性を向上させることができる。

また、この発明は、後述する請求の範囲第4項に記載する如く、前記ロボットが、少なくとも上体と、前記上体に関節を介して揺動可能に連結されると共に、先端に関節を介して足部が連結される複数本の脚部リンクを備える脚式移動ロボットであり、前記内界センサが前記上体の鉛直軸に対する傾斜を示す出力を生じ

る傾斜計を含むと共に、前記自己診断手段は、前記傾斜計の出力が所定範囲にないとき、前記傾斜計が異常と自己診断する如く構成した。よって、前記した効果に加え、内界センサとしての傾斜計の異常を精度良く検知することができて移動ロボットの異常検知の信頼性を向上させることができる。

- 5      また、この発明は、後述する請求の範囲第5項に記載する如く、前記ロボットが、少なくとも上体と、前記上体に関節を介して揺動可能に連結されると共に、先端に関節を介して足部が連結される複数本の脚部リンクを備える脚式移動ロボットであり、前記内界センサが前記関節の角度、角速度および角加速度の少なくともいずれかを示す出力を生じる角度検出器を含むと共に、前記自己診断手段は、
- 10    、前記角度検出器の出力が所定範囲にないとき、前記角度検出器が異常と自己診断する如く構成した。よって、前記した効果に加え、内界センサとしての角度検出器の異常を精度良く検知することができて移動ロボットの異常検知の信頼性を向上させることができる。

- 15    また、この発明は、後述する請求の範囲第6項に記載する如く、前記搭載機器が、撮像した画像を示す出力を生じる外界センサを含む如く構成した。よって、前記した効果に加え、搭載機器として外界センサを含むときも、その異常を検知することができて移動ロボットの異常検知の信頼性を向上させることができる。

- 20    また、この発明は、後述する請求の範囲第7項に記載する如く、前記搭載機器が、前記ロボットに作用する床反力を測定する床反力検出器を含むと共に、前記自己診断手段は、前記床反力検出器の出力が所定範囲にないとき、前記床反力検出器が異常と自己診断する如く構成した。よって、前記した効果に加え、搭載機器として床反力検出器を含むときも、その異常を精度良く検知することができて移動ロボットの異常検知の信頼性を向上させることができる。

- 25    また、この発明は、後述する請求の範囲第8項に記載する如く、前記搭載機器が、前記駆動モータに供給される電流および前記駆動モータの温度を検出するセンサ群を含むと共に、前記自己診断手段は、前記検出された電流および温度の少なくともいずれかがそれぞれ設定される所定範囲にないとき、前記駆動モータが異常と自己診断する如く構成した。よって、前記した効果に加え、駆動モータの異常を精度良く検知することができて移動ロボットの異常検知の信頼性を向上さ

せることができる。

また、この発明は、後述する請求の範囲第 9 項に記載する如く、前記搭載機器が、前記制御ユニットおよび前記駆動モータに通電するバッテリーおよびその電圧を示す出力を生じる電圧センサを含むと共に、前記自己診断手段は、前記電圧センサの出力が所定値未満のとき、前記バッテリーが異常と自己診断する如く構成した。よって、前記した効果に加え、バッテリーの異常を精度良く検知することができて移動ロボットの異常検知の信頼性を向上させることができる。尚、ここで、「バッテリーの異常」は、バッテリーの出力電圧が所期の値を出力している場合を正常とみなすことを前提とする。

10 また、この発明は、後述する請求の範囲第 10 項に記載する如く、前記搭載機器が、操作者との音声による交信を可能とする音声認識装置を含む如く構成した。よって、搭載機器として音声認識装置を含むときもその異常を検知することができて移動ロボットの異常検知の信頼性を向上させることができる。

15 また、この発明は、後述する請求の範囲第 11 項に記載する如く、さらに、前記ロボットの外部に配置されて前記外部メモリを含む、マイクロコンピュータからなる操作作用制御ユニットと、および前記制御ユニットと前記操作作用制御ユニットを通信自在に接続する通信手段とを備えると共に、前記自己診断手段は、前記通信手段が異常か否か自己診断する如く構成した。よって、通信手段を含むときもその異常を検知することができて移動ロボットの異常検知の信頼性を向上させることができる。

#### 図面の簡単な説明

第 1 図は、この発明の一つの実施の形態に係る移動ロボットの異常検知装置が対象とする移動ロボット、具体的には脚式移動ロボットの正面図である。

25 第 2 図は、第 1 図に示すロボットの側面図である。

第 3 図は、第 1 図に示すロボットをスケルトンで示す説明図である。

第 4 図は、第 3 図に示す制御ユニットなどの構成を詳細に示すブロック図である。

第 5 図は、第 4 図に示す、大局的安定化制御計算部の動作を説明するブロック

図である。

第6図は、第3図に示す移動ロボットの異常検知装置の動作を示すフロー・チャートである。

5 第7図は、第6図フロー・チャートで使用する行動計画表を示す説明図である。

第8図は、第6図フロー・チャートのサブルーチン・フロー・チャートである。

第9図は、第8図フロー・チャートの処理を説明するタイム・チャートである。

10 第10図は、第6図フロー・チャートのサブルーチン・フロー・チャートである。

第11図は、第6図フロー・チャートのサブルーチン・フロー・チャートである。

15 第12図は、第10図および第11図フロー・チャートの処理を説明するタイム・チャートである。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、添付図面を参照してこの発明の一つの実施の形態に係る移動ロボットの異常検知装置を説明する。

20 第1図はこの実施の形態に係る移動ロボットの異常検知装置が対象とする移動ロボット、具体的には脚式移動ロボットの正面図、第2図はその側面図である。尚、脚式移動ロボットとしては、2足のヒューマノイド型（人間型）のロボットを例にとる。

25 第1図に示すように、脚式移動ロボット（以下「ロボット」という）1は、複数本、より具体的には2本の脚部リンク2を備えると共に、その上方には上体（基体）3が設けられる。上体3のさらに上方には頭部4が形成されると共に、上体3の両側には2本の腕部リンク5が連結される。また、第2図に示すように、上体3の背部には格納部6が設けられ、その内部には制御ユニット（後述）などが収容される。尚、第1図および第2図に示すロボット1は、内部構造を保護する



ためのカバーで被覆される。

第3図はロボット1をスケルトンで示す説明図であるが、同図を参照してその内部構造を関節を中心に説明すると、図示の如く、ロボット1は、左右それぞれの脚部リンク2および腕部リンク5に、11個の電動モータ（駆動モータ）で動力化された6個の関節を備える。

即ち、ロボット1は、腰部（股部）に、脚部リンク2を鉛直軸（Z軸あるいは鉛直軸）まわりに回旋する関節を構成する電動モータ（駆動モータ）10R, 10L（右側をR、左側をLとする。以下同じ）と、脚部リンク2をピッチ（進行）方向（Y軸まわり）に駆動（揺動）する関節を構成する電動モータ12R, 12Lと、脚部リンク2をロール（左右）方向（X軸まわり）に駆動する関節を構成する14R, 14Lを備えると共に、膝部に脚部リンク2の下部をピッチ方向（Y軸まわり）に駆動する膝関節を構成する電動モータ16R, 16Lを備え、さらに足首に脚部リンク2の先端側をピッチ方向（Y軸まわり）に駆動する足（足首）関節を構成する電動モータ18R, 18Lとロール方向（X軸まわり）に駆動する足（足首）関節を構成する電動モータ20R, 20Lを備える。

上記したように、第3図において、関節はそれを構成する（そこに配置される）電動モータの回転軸線（あるいは電動モータの動力を伝える伝動要素（プーリなど）の回転軸線）で示す。尚、脚部リンク2の先端には足部（足平）22R, 22Lが取着される。

このように、脚部リンク2の股関節（腰関節）には電動モータ10R（L）, 12R（L）, 14R（L）がそれらの回転軸線が直交するように配置されると共に、足関節（足首関節）には電動モータ18R（L）, 20R（L）がそれらの回転軸線が直交するように配置される。尚、股関節と膝関節は大腿リンク24R（L）で、膝関節と足関節は下腿リンク26R（L）で連結される。

脚部リンク2は股関節を介して上体3に連結されるが、第3図では上体3を上体リンク28として簡略的に示す。前記したように、上体3には腕部リンク5が連結される。

腕部リンク5も、脚部リンク2と同様に構成される。即ち、ロボット1は、肩部に、腕部リンク5をピッチ方向に駆動する関節を構成する電動モータ30R,

30Lとロール方向に駆動する関節を構成する電動モータ32R, 32Lを備え  
ると共に、その自由端側を回旋する関節を構成する電動モータ34R, 34Lと  
、肘部にそれ以降の部位を回旋させる関節を構成する電動モータ36R, 36L  
を備え、さらにその先端側にそれを回旋させる手首関節を構成する電動モータ3  
5 8R, 38Lを備える。尚、手首の先にはハンド（エンドエフェクタ）40R,  
40Lが取着される。

即ち、腕部リンク5の肩関節には電動モータ30R（L）, 32R（L）, 3  
4R（L）がそれらの回転軸線が直交するように配置される。尚、肩関節と肘関  
節とは上腕リンク42R（L）で、肘関節と手首関節とは下腕リンク44R（L  
10 ）で連結される。

また、頭部4は、鉛直軸まわりの首関節46と、それと直交する軸まわりに頭  
部4を回転させる頭部揺動機構48を介して上体3に連結される。第3図（およ  
び第2図）に示す如く、頭部4の内部には撮像した画像を示す信号を出力する、  
CCDカメラからなる視覚センサ（外界センサ）50が配置されると共に、レシ  
15 ーバおよびマイクロフォンからなる音声入出力装置52が配置される。

上記の構成により、脚部リンク2は左右の足について合計12の自由度からな  
る6個の関節を与えられ、歩行中にこれらの6個の関節を適宜な角度で駆動する  
ことで、足全体に所望の動きを与えることができ、任意に3次元空間を歩行させ  
ることができる。また、腕部リンク5も左右の腕について合計10の自由度から  
20 なる6個の関節を与えられ、これらの6個の関節を適宜な角度で駆動することで  
所望の作業を行わせることができる。さらに、頭部4は2つの自由度からなる関  
節あるいは揺動機構を与えられ、これらを適宜な角度で駆動することにより所望  
の方向に頭部4を向けることができる。

10R（L）などの電動モータのそれぞれには内界センサとしてロータリエン  
25 コーダ（角度検出器。第4図に56とのみ示す）が設けられ、電動モータの回転  
軸の回転を通じて対応する関節の角度、加速度、および角加速度の少なくともい  
ずれかを示す信号を出力する。

足部22R（L）には公知の6軸力センサ（床反力検出器。外界センサ）58  
が取着され、ロボットに作用する外力の内、接地面からロボットに作用する床反

力の3方向成分 $F_x$ ,  $F_y$ ,  $F_z$ とモーメントの3方向成分 $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_z$ を示す信号を出力する。

さらに、上体3には内界センサとして傾斜計（姿勢センサ）60が設置され、鉛直軸に対する上体3の傾き（傾斜角度）とその角速度の少なくともいずれか、  
5 即ち、ロボット1の上体3の傾斜（姿勢）などの状態量を示す信号を出力する。傾斜計60は、メインジャイロと、メインジャイロと別体に並設されると共に、メインジャイロが異常のときに代替使用されるサブジャイロを備える。

第2図に示す如く、ロボット1の上体3の下部にはバッテリー64が内蔵されると共に、背中側の格納部6にはマイクロコンピュータからなるメイン制御ユニット（以下「メインECU」という）68が収納される。  
10

また、前記した股関節、膝関節、足関節、肩関節、肘関節および手首関節の付近には、同様にマイクロコンピュータからなる分散制御ユニット（以下「分散ECU」という）70, 72, 74, 76, 78, 80が配置される。

さらに、6軸力センサ58およびバッテリー64用としてそれらの付近には分散ECU82, 84が配置されると共に、頭部4の機器用として適宜位置には分散ECU86が配置される。分散ECU86は視覚センサ50が出力する画像信号を入力し、視覚センサ50と共に画像を介してロボット1が位置する環境を認識する画像認識系を構成する。  
15

また、音声入出力装置52の入出力も分散ECU86に接続され、分散ECU86はレシーバを通して操作者の音声による指示を認識すると共に、その出力をマイクロフォンを通して音声として操作者に送出し、よって音声入出力装置52と共に音声による交信を可能とする音声認識系を構成する。  
20

このように、分散ECUはロボット1に合計16個設けられる。バッテリー64は直流電圧40〔V〕の容量を備え、これら分散ECU群の動作電圧源として機能する他、10R（L）などの電動モータおよびメインECU68などの動作電圧源として機能する。バッテリー64の通電回路の適宜位置には電圧センサ90（第4図に示す）が配置され、バッテリー64の出力電圧を示す信号を出力する。  
25

第3図の下部に示すように、メインECU68と独立に、ロボット1の外部には、マイクロコンピュータからなる操作者用の操作用制御ユニット（以下「操作

用ECU」という) 94が設けられる。即ち、格納部6にはメインECU68と操作用ECU94を無線を介して通信自在に接続する通信装置96が設けられ、無線系を構成する。操作用ECU94にはインディケータ(図示せず)が配置される。

- 5 第4図はメインECU68などの構成を機能的に示すブロック図であるが、同図を参照してメインECU68などの構成をさらに詳細に説明すると、メインECU68は制御部68a、大局的安定化制御計算部68b、共有メモリ68cなどを備え、前記したロータリエンコーダ56、6軸力センサ58、傾斜計60、電圧センサ90などの出力はメインECU68に入力された後、共有メモリ68
- 10 cに格納される。

- 制御部68aは脚制御部、腕制御部および頭制御部を備え、脚制御部は、予め生成された歩容パラメータと共有メモリ68cに格納されたロボット1の状態量を示す傾斜計60などの出力および6軸力センサ58からなる外界センサの出力に基づき、10R(L)などの電動モータ(駆動モータ)をそれぞれモータドライバ100を介して作動させ、脚部リンク2を駆動して移動するように制御を行う。尚、モータドライバ100は、第2図、第3図に示す如く、格納部6の内部に回路ユニットとして收容される。
- 15

- 第5図は大局的安定化制御計算部68bの後述する動作を説明するブロック図であるが、図示の如く、歩容パラメータは、上体3と足部22の位置および姿勢(向き)からなる運動パラメータと、ZMP(Zero Moment Point)で定義される床反力パラメータとから構成される。尚、『位置』はX, Y, Z座標系で、『姿勢』はX, Y, Z軸に対する角度で示される。従って、「傾斜」も、姿勢のパラメータの一部である。
- 20

- 歩容は1歩(両脚支持期の初期から片脚支持期の終端)の間の運動軌跡(軌道)と床反力軌跡(軌道)からなり、一連の歩行は1歩の歩容が複数個つながったものとする。
- 25

また、制御部68aにあつて、腕制御部は作業内容に従って前記腕部リンク5を駆動制御すると共に、頭制御部は画像認識系の指示に従って頭部揺動機構48を駆動制御する。

大局的安定化制御計算部 68b は、共有メモリ 68c に格納されたロボット 1 の状態量を示す傾斜計 60 などの出力および 6 軸力センサ 58 からなる外界センサの出力に基づき、第 5 図に示す如く、少なくとも目標操作量（具体的にはモーメント、より具体的には、目標 ZMP まわりのモデル操作モーメント  $M_{md1}$ ）

5    を入力し、前記目標値を満足するように制御対象であるロボット 1 の目標挙動を出力する動力学モデル（ロボット摂動動力学モデル）に基づき、少なくとも前記動力学モデルとロボット 1 の状態量、より具体的には傾斜計 60 を通じて測定した上体 3 の鉛直軸に対する傾斜（傾斜角度）の偏差  $\theta_{err}$  に応じた前記目標値（目標 ZMP まわりのモデル操作モーメント  $M_{md1}$ ）の修正量を少なくとも前

10   記動力学モデルに付加的に入力して前記動力学モデルの挙動を修正する動力学モデル挙動修正手段（実傾き偏差制御フィードバック則）を備えると共に、前記動力学モデルの挙動を追従するように、10R（L）などの電動モータ（駆動モータ）の作動を制御する制御手段、具体的には 10R（L）などの電動モータを駆動して前記関節を変位制御する関節変位制御手段（変位コントローラ）とを備え

15   る。尚、その詳細は、先に本出願人が特開平 5 - 337849 号公報に記載されているので、これ以上の説明は省略する。

さらに、操作用 ECU 94 はメモリ 94a を備え、メモリ 94a は外部メモリとして機能する。また、10R（L）などの電動モータの通電回路には電流センサ 102 が設けられて電動モータに供給される通電電流を示す信号を出力すると

20   共に、電動モータの適宜位置には温度センサ 104 が設けられてその温度を示す信号を出力する。

次いで、この発明の特徴である異常検知（エラーチェック）について第 6 図フロー・チャートを参照して説明する。尚、第 6 図フロー・チャートに示すプログラムは、2.5 msec ごとに実行される。

25    先ず、S10 においてメイン ECU 68 の大局的安定化制御計算部 68b は、状態量、即ち、前記した動力学モデルとロボット 1 の傾斜角度の偏差（傾き偏差） $\theta_{err}$ 、より詳しくは X 軸方向の偏差  $\theta_{errx}$  および Y 軸方向の偏差  $\theta_{erry}$  がそれぞれ所定角度（例えば 20 度）を超えるか否か判断することでエラーチェック（異常検知（自己診断））を行う。

大局的安定化制御計算部 68b は偏差がそれぞれ所定範囲にあれば正常と判断すると共に、X 軸方向あるいは Y 軸方向の偏差が所定範囲にないときは状態量が異常な値であると判断して S 12 に進み、エラー情報（異常情報）、即ち、偏差  $\theta_{errx}$  あるいは  $\theta_{erry}$  が過大である旨のエラー情報を出力し、次いで S 14 に進み、そのときの姿勢パラメータを出力する。姿勢パラメータは前記した上体 3 などの位置・姿勢パラメータに加え、偏差  $\theta_{err}$  およびロボット 1 が起動されてからの時間も含む。

次いで S 16 に進み、大局的安定化制御計算部 68b は、エラー情報を共有メモリ 68c に書き込む。尚、第 4 図に示す如く、エラー情報は、不具合検知部 68d にも送られる。

従って、S 18 で不具合検知部 68d は、内部時計のタイムスタンプを付けたエラー発生ログ（記録）を出力、即ち、エラー情報（異常情報）を異常が発生した日時を付して出力する。不具合検知部 68d の出力は、不具合情報統合解析部 68e に送られる。

従って、S 20 で不具合情報統合解析部 68e は、エラーのランク（不具合度）を行動計画部 68f に通知、即ち、エラー情報に基づいてエラー（異常）のランク（不具合度）を判定し、判定結果と発生箇所（この場合、大局的安定化制御計算部 68b）を示す出力を生じる。また、S 22 で無線系を介して操作用 ECU 94 に出力を送り、そのインディケータに表示してエラー（異常）が検知されたことを操作者に報知する。

従って、S 24 で行動計画部 68f は、エラーのランクに応じて次の動作（行動）を決定し、各部位（制御部 68a など）に指示を送る、即ち、判定された不具合度に応じ、ロボット 1 を安定な状態に移行させる制御を行う、具体的には、判定された不具合度に応じ、所定の行動計画表に基づいてロボット 1 が安定な状態に移行するように歩行の停止などの安定状態移行制御を指示する。従って、S 26 で指示を受けた各部位（制御部 68a など）は、行動計画表に従って制御を行う。

第 7 図は、その行動計画表を示す説明図である。図示の如く、大局的安定化制御においてはランク（不具合度）は FATAL とされ、その場合はロボット 1 を

直ちに停止させるように、制御部 6 8 a に指令がなされる。尚、ランク（不具合度）は以下からなる。

FATAL... エラー（異常）の程度が大きいことを意味する。従って、その場合はロボットを直ちに停止させるように制御が行われる。

- 5      WARNING... エラー（異常）の程度が中程度なことを意味する、従って、その場合はロボットを直ちには停止させず、その 1 歩、即ち、動作中の 1 歩の歩行動作が終了するまで制御を継続すると共に、それが終了した後に停止させる安定状態移行制御が行われる。

- 10      SMALL... エラー（異常）の程度が軽微なことを意味する、従って、その場合は操作者に報知する程度に止め、ロボットの停止制御は行わないこととする。

- 15      第 6 図フロー・チャートの説明に戻ると、次いで S 2 8 において行動計画部 6 8 f は、ロボット 1 の動作が終了したのを確認した後、この場合はロボット 1 が直ちに停止したのを確認した後、エラーの解析に必要な歩行データ（具体的には、前記した運動パラメータと床反力パラメータなど）にタイムスタンプを付けて作成する。

- 20      次いで S 3 0 に進み、歩行データとエラーログ（記録）を操作用 ECU 9 4 に無線系を介して転送し、そのメモリ（外部メモリ）9 4 a に保存（格納）する。次いで S 3 2 に進み、エラーコード（異常情報）と姿勢パラメータを内部フラッシュメモリ（内部メモリ）6 8 g に保存（格納）する。

上記はメイン ECU 6 8 が行う大局的安定化制御の異常検知であるが、次いで（頭部用の分散 ECU 8 6 を除く）分散 ECU 7 0 から 8 4 までのエラーチェック（異常検知）について説明すると、S 3 4 でそれを行う。

- 25      第 8 図は、S 3 4 のエラーチェックを示すサブルーチン・フロー・チャートである。

以下説明すると、S 1 0 0 において 7 0 から 8 4 までの 1 5 個の分散 ECU でそれぞれ出力が所定範囲にあるかなど判断することでエラーチェック（異常検知）を行う。具体的には、1 0 R（L）などの電動モータ、ロータリエンコーダ 5 6 および傾斜計 6 0 などの内界センサ、および 6 軸力センサ（外界センサ）5 8

の出力などが所定範囲にないか否か判断することでエラーか否かチェック（自己診断）する。

より具体的には、10R（L）などの電動モータに関しては、前記したように、電流センサ102および温度センサ104の出力から検出された通電電流および温度をそれぞれ設定される所定範囲にあるか否か判断し、検出された通電電流および温度の少なくともいずれかがそれぞれ設定される所定範囲にないとき、エラーと判断する。

また、ロータリエンコーダ56および傾斜計60に関しては、出力（傾斜計60の場合はメインジャイロの出力）から検出された値（傾斜角度）が所定範囲にあるか否か判断し、その出力が所定範囲にないとき、エラーと判断（自己診断）する。尚、傾斜計60のエラー検知は、例えば分散ECU70が行う。

6軸力センサ用の分散ECU82に関しては、同様に、6軸力センサ58の出力が所定範囲にあるか否か判断し、センサ出力が所定範囲にないとき、エラーと判断（自己診断）する。

15 バッテリ用の分散ECU84に関しては、電圧センサ90の出力から検出されたバッテリ64の出力電圧を所定値と比較し、出力電圧が所定値未満となったとき、バッテリ60がエラーと判断（自己診断）する。

エラーと判断されたときは、S102に進み、エラー情報をメインECU68に転送する。第9図はそれらの処理を示すタイム・チャートである。

20 次いで頭部用の分散ECU86のエラーチェックについて説明すると、S36でそれを行う。

第10図は、その中の無線系のエラーチェックを示すサブルーチン・フロー・チャートである。

以下説明すると、S200で無線系のデバイス（イーサネット（登録商標）のアダプタなど）が使用できないか、あるいはネットワーク処理結果が所定範囲外の値か（またはネットワーク処理結果が所定範囲外の値を検知しているか）否かチェック（自己診断）し、肯定されるときはS202に進み、エラー情報をメインECU68に転送する。

また、第11図は、その中の画像認識系および音声認識系のエラーチェックを



示すサブルーチン・フロー・チャートである。

以下説明すると、S 3 0 0 でリクエストに対して実行できない、あるいは結果が所定範囲外か否かチェック（自己診断）し、肯定されるときはS 3 0 2 に進み、メインECU 6 8 にエラー情報を転送する。第12図は、それら無線系および  
5 画像・音声認識系の処理を示すタイム・チャートである。

第6図フロー・チャートの説明に戻ると、メインECU 6 8 は、分散ECU からエラー情報の送信がある場合、S 1 6 でエラー情報を共有メモリ 6 8 c に書き込み、S 1 8 に進んでタイムスタンプを付けてエラー発生ログを出力し、S 2 0 以降に進んで前記したような処理を行う。

10 ここで、分散ECU からエラー情報が出力された場合のS 2 4 における行動計画部の処理について第7図を参照して説明すると、10R (L) などの電動モータが異常と判断された場合、前記したように、異常情報に基づいて異常の不具合度（ランク）がFATAL, WARNING, SMALLと判定され、FATALと判定されるときは、ロボット1を直ちに停止させる安定状態移行制御が実行  
15 される。

また、WARNINGと判定されるときは、ロボット1の動作中の1歩が終了するまではそれまでの制御が継続されると共に、SMALLと判定されるときは、操作者に報知するに止め、ロボット1の制御はそのまま継続される。

尚、上記した3種類の不具合度（ランク）は分散ECUのエラー検知について  
20 のみ用意され、それ以外のエラーの場合は1種類の不具合度のみが用意される。即ち、傾斜計60に関してはエラーと判断された場合、FATALとのみ判定され、その場合の行動はマイロジャイロに代えてサブジャイロの出力を使用してロボット1を直ちに停止させる安定状態移行制御が実行される。

6軸力センサ58に関してはエラーと判断された場合、同様にFATALとのみ判定され、その場合の行動はセンサの理論値を使用してロボット1を直ちに停止させる安定状態移行制御が実行される。  
25

また、電源系（バッテリー64）に関してはエラーと判断された場合、WARNINGとのみ判定され、その場合は、ロボット1の歩行動作が終了するまではそれまでの制御が継続される。これは、無線系、音声認識系および画像認識系に関

しても同様である。即ち、かかる場合はロボット1の転倒の可能性が少ないことから、その動作終了までは制御を継続するようにした。尚、かかる場合、所定時間、例えば1min(分)間、出力がないとき、直ちにロボット1を停止させるような制御を行っても良い。

- 5      上記の如く、この実施の形態においては、ロボット1の状態量が異常な値か否か、あるいは傾斜計60などの内界センサ、あるいは10R(L)などの電動モータなどの少なくともいずれかが異常(エラー)か否か自己診断し、異常と判定されたとき、その異常情報(エラー情報)を異常が発生した日時を付して出力して内部フラッシュメモ68gに格納すると共に、外部メモリ94aに格納する如く構成したので、異常検知の信頼性を向上させることができる。さらに、異常の発生日時を付して格納することで異常になるに到った経緯を正確に把握することができる。

- 15      また、異常情報を異常が発生した日時を付して出力すると共に、その出力をロボット1の状態量を示すパラメータ(姿勢パラメータなど)と共に内部フラッシュメモリ68gと外部メモリ94aに格納するように構成したので、異常の発生日時に加えて状態量を示すパラメータを付して格納することで異常になるに到った経緯を一層正確に把握することができ、よって異常検知の信頼性を一層向上させることができる。

- 20      さらに、大局的安定化制御制御を行うときも動力学モデルとロボット1の状態量の偏差 $\theta_{err}$ が所定値を超えると、状態量が異常な値と自己診断する如く構成したので、前記した効果に加え、状態量の異常を精度良く検知することができて異常検知の信頼性を向上させることができる。

- 25      このように、この実施の形態にあつては、駆動モータ(電動モータ10R(L)など)と、内部の状態量を測定する内界センサとを少なくとも備え、搭載されたマイクロコンピュータからなる制御ユニット(メインECU68)において少なくとも前記内界センサの出力から得た状態量に基づいて前記駆動モータ(電動モータ)を作動させて移動する移動ロボットの異常を検知する異常検知装置において、より具体的には、少なくとも上体3と、前記上体に関節を介して揺動可能に連結されると共に、先端に関節を介して足部22が連結される複数本(より具

体的には2本)の脚部リンク2と、前記関節をそれぞれ駆動する駆動モータ(電動モータ10R(L)など)と、少なくとも内部の状態量を測定する内界センサとを備え、搭載されたマイクロコンピュータからなる制御ユニット(メインECU68)において少なくとも前記内界センサの出力から得た状態量に基づいて前記駆動モータ(電動モータ)を作動させ(駆動し)て移動する脚式移動ロボットの異常を検知する異常検知装置において、前記制御ユニットが、前記状態量が異常な値か否か、あるいは前記内界センサおよび駆動モータ(電動モータ)を少なくとも含む前記ロボットの搭載機器の少なくともいずれかが異常か否か自己診断する自己診断手段(メインECU68, 分散ECU70から86, S10, S34, S36, S100, S200, S300)、前記自己診断手段によって異常と判定されたとき、その異常情報を前記異常が発生した日時を付して出力する異常情報出力手段(メインECU68, S18)、および前記異常情報出力手段の出力を、前記制御ユニットに設けられた内部メモリ(内部フラッシュメモリ68g)に格納すると共に、前記ロボットの外部に設けられた外部メモリ94aに格納する異常情報格納手段(メインECU68, S30, S32)を備える如く構成した。

また、駆動モータ(電動モータ10R(L)など)と、内部の状態量を測定する内界センサとを少なくとも備え、搭載されたマイクロコンピュータからなる制御ユニット(メインECU68)において少なくとも前記内界センサの出力から得た状態量に基づいて前記駆動モータ(電動モータ)を作動させ(駆動し)て移動する移動ロボットの異常を検知する異常検知装置において、より具体的には、少なくとも上体3と、前記上体に関節を介して揺動可能に連結されると共に、先端に関節を介して足部が連結される複数本の脚部リンク2と、前記関節をそれぞれ駆動する駆動モータ(電動モータ10R(L)など)と、少なくとも内部の状態量を測定する内界センサとを備え、搭載されたマイクロコンピュータからなる制御ユニット(メインECU68)において少なくとも前記内界センサの出力から得た状態量に基づいて前記駆動モータ(電動モータ)を作動させ(駆動し)て移動する脚式移動ロボットの異常を検知する異常検知装置において、前記制御ユニットが、前記状態量が異常な値か否か、あるいは前記内界センサおよび駆動モ

ータ（電動モータ）を少なくとも含む前記ロボットの搭載機器の少なくともいずれかが異常か否か自己診断する自己診断手段（メインECU 68、分散ECU 70から86、S10、S34、S36、S100、S200、S300）、前記自己診断手段によって異常と判定されたとき、その異常情報を前記異常が発生した日時を付して出力する異常情報出力手段（メインECU 68、S18）、および前記異常検知手段の出力を、前記ロボットの状態量を示すパラメータ、より具体的には姿勢パラメータと共に前記制御ユニットに設けられた内部メモリ（内部フラッシュメモリ 68g）に格納すると共に、前記ロボットの外部に設けられた外部メモリ 94aに格納する異常情報格納手段（メインECU 68、S30、S32）を備える如く構成した。

また、前記制御ユニットは、少なくとも目標操作量を入力し、前記目標操作量を満足するように制御対象である前記ロボットの目標挙動を出力する動力学モデルに基づき、少なくとも前記動力学モデルと前記ロボットの状態量の偏差に応じた前記目標値の修正量を少なくとも前記動力学モデルに付加的に入力して前記動力学モデルの挙動を修正する動力学モデル挙動修正手段（大局的安定化制御計算部 68b）と、および前記動力学モデルの挙動を追従するように、前記駆動モータ（電動モータ）の作動を制御する制御手段、より具体的には前記電動モータを駆動して前記関節を変位制御する関節変位制御手段（大局的安定化制御計算部 68b）とを備えるものであると共に、前記自己診断手段（メインECU 68、S10）は、前記動力学モデルと前記ロボットの状態量の偏差、より具体的には傾斜（角度）の偏差  $\theta_{err}$  が所定値を超えると、前記状態量が異常な値と自己診断する如く構成した。

また、前記ロボットが、少なくとも上体3と、前記上体に関節を介して揺動可能に連結されると共に、先端に関節を介して足部が連結される複数本の脚部リンク2を備える脚式移動ロボットであり、前記内界センサが前記上体3の鉛直軸に対する傾斜を示す出力を生じる傾斜計60を含むと共に、前記自己診断手段（分散ECU 70、S34、S100）は、前記傾斜計の出力が所定範囲にないとき、前記傾斜計が異常と自己診断する如く構成した。

また、前記ロボットが、少なくとも上体3と、前記上体に関節を介して揺動可

能に連結されると共に、先端に関節を介して足部が連結される複数本の脚部リンク 2 を備える脚式移動ロボットであり、前記内界センサが前記関節の角度、角速度および角加速度の少なくともいずれかを示す出力を生じる角度検出器（ロータリエンコーダ 5 6）を含むと共に、前記自己診断手段（分散 ECU 7 0, S 3 4  
5 , S 1 0 0）は、前記角度検出器の出力が所定範囲にないとき、前記角度検出器が異常と自己診断する如く構成した。

また、前記搭載機器が、撮像した画像を示す出力を生じる外界センサ（視覚センサ 5 0）を含む如く構成した。

また、前記搭載機器が、前記ロボットに作用する床反力を測定する床反力検出器（6 軸力センサ 5 8）を含むと共に、前記自己診断手段（分散 ECU 8 2, S  
10 3 4, S 1 0 0）は、前記床反力検出器の出力が所定範囲にないとき、前記床反力検出器が異常と自己診断する如く構成した。

また、前記搭載機器が、前記駆動モータ（電動モータ）に供給される電流および前記駆動モータ（電動モータ）の温度を検出するセンサ群（電流センサ 1 0 2  
15 、温度センサ 1 0 4）を含むと共に、前記自己診断手段（分散 ECU 7 0 から 8 0, S 3 4, S 1 0 0）は、前記検出された電流および温度の少なくともいずれかがそれぞれ設定される所定範囲にないとき、前記駆動（電動モータ）が異常と自己診断する如く構成した。

また、前記搭載機器が、前記制御ユニットおよび前記駆動モータ（電動モータ  
20 ）に通電するバッテリー 6 4 およびその電圧を示す出力を生じる電圧センサ 9 0 を含むと共に、前記自己診断手段（分散 ECU 8 4, S 3 4, S 1 0 0）は、前記電圧センサの出力が所定値未満のとき、前記バッテリーが異常と自己診断する如く構成した。

また、前記搭載機器が、操作者との音声による交信を可能とする音声認識装置  
25 （音声入出力装置 5 2 など）を含む如く構成した。

さらに、前記ロボットの外部に配置されて前記外部メモリを含む、マイクロコンピュータからなる操作用制御ユニット（操作用 ECU 9 4）と、および前記制御ユニットと前記操作用制御ユニットを通信自在に接続する通信手段（通信装置 9 6）とを備えると共に、前記自己診断手段（分散 ECU 8 6, S 3 6, S 2 0

0) は、前記通信手段が異常か否か自己診断する如く構成した。

尚、上記において、駆動モータ（電動モータ）および内界センサなどの異常検知において出力を所定値、換言すれば固定値と比較することで異常を検知したが、テーブルあるいはマップを設けて行っても良い。例えば、電源系（バッテリー 6  
5 4）に関して説明すると、時間、予定される歩行から推定される仕事量などで推定バッテリー電圧をテーブルあるいはマップとして設定しておき、それを検索して所定値としても良い。

6 軸力センサ 5 8 に関して言えば、例えば、予想される歩行における距離、時間などからロボット 1 に作用する床反力の経時的な変化をテーブルあるいはマ  
10 ュップとして設定しておき、それを検索して所定値としても良い。

また、移動ロボットとしてヒューマノイド型の脚式移動ロボットを例にとって説明したが、それに限られるものではなく、この発明は、車輪式、クローラ式の移動ロボットに同様に妥当すると共に、脚式移動ロボットとしても 3 本以上の脚部リンクを備えたものにも同様に妥当する。

15 また、駆動モータとして電動モータを例にとって説明したが、それに限られるものではなく、この発明は、油圧モータ、空圧モータなどの流体圧モータなどにも同様に妥当する。

#### 産業上の利用可能性

20 この発明によれば、移動ロボットの異常検知装置において内部の状態量が異常な値か否か、あるいは内界センサなどの少なくともいずれかが異常か否か自己診断し、異常と判定されたとき、その異常情報を異常が発生した日時を付して出力して内部メモリに格納すると共に、外部メモリに格納する如く構成したので、移動ロボットの異常検知の信頼性を向上させることができ、異常の発生日時を付し  
25 て格納することで異常になるに到った経緯を正確に把握することができる。さらには、異常の発生日時に加えて状態量を示すパラメータを付して外部メモリに格納することができるようにした。従って、この発明は、移動ロボットの異常検知装置などに応用可能である。

## 請求の範囲

1. 駆動モータと、内部の状態量を測定する内界センサとを少なくとも備え、搭載されたマイクロコンピュータからなる制御ユニットにおいて少なくとも前記内界センサの出力から得た状態量に基づいて前記駆動モータを作動させて移動する
- 5 移動ロボットの異常を検知する異常検知装置において、前記制御ユニットが、
  - a. 前記状態量が異常な値か否か、あるいは前記内界センサおよび駆動モータを少なくとも含む前記ロボットの搭載機器の少なくともいずれかが異常か否か自己診断する自己診断手段、
  - b. 前記自己診断手段によって異常と判定されたとき、その異常情報を前記異常が発生した日時を付して出力する異常情報出力手段、
  - 10 および
  - c. 前記異常情報出力手段の出力を、前記制御ユニットに設けられた内部メモリに格納すると共に、前記ロボットの外部に設けられた外部メモリに格納する異常情報格納手段、
- 15 を備えることを特徴とする移動ロボットの異常検知装置。
2. 駆動モータと、内部の状態量を測定する内界センサとを少なくとも備え、搭載されたマイクロコンピュータからなる制御ユニットにおいて少なくとも前記内界センサの出力から得た状態量に基づいて前記駆動モータを作動させて移動する
- 20 移動ロボットの異常を検知する異常検知装置において、前記制御ユニットが、
  - d. 前記状態量が異常な値か否か、あるいは前記内界センサおよび駆動モータを少なくとも含む前記ロボットの搭載機器の少なくともいずれかが異常か否か自己診断する自己診断手段、
  - e. 前記自己診断手段によって異常と判定されたとき、その異常情報を前記異常が発生した日時を付して出力する異常情報出力手段、
  - 25 および
  - f. 前記異常情報出力手段の出力を、前記ロボットの状態量を示すパラメータと共に前記制御ユニットに設けられた内部メモリに格納すると共に、前記ロボットの外部に設けられた外部メモリに格納する異常情報格納手段、

を備えることを特徴とする移動ロボットの異常検知装置。

3. 前記制御ユニットは、

- 5       g. 少なくとも目標操作量を入力し、前記目標操作量を満足するように制御対象である前記ロボットの目標挙動を出力する動力学モデルに基づき、少なくとも前記動力学モデルと前記ロボットの状態量の偏差に応じた前記目標値の修正量を少なくとも前記動力学モデルに付加的に入力して前記動力学モデルの挙動を修正する動力学モデル挙動修正手段と、  
および
- 10      h. 前記動力学モデルの挙動を追従するように、前記駆動モータの作動を制御する制御手段と、

を備えるものであると共に、前記自己診断手段は、前記動力学モデルと前記ロボットの状態量の偏差が所定値を超えると、前記状態量が異常な値と自己診断することを特徴とする請求の範囲第1項または第2項記載の移動ロボットの異常検

15      知装置。

4. 前記ロボットが、少なくとも上体と、前記上体に関節を介して揺動可能に連結されると共に、先端に関節を介して足部が連結される複数本の脚部リンクを備える脚式移動ロボットであり、前記内界センサが前記ロボットの上体の鉛直軸に
- 20      対する傾斜を示す出力を生じる傾斜計を含むと共に、前記自己診断手段は、前記傾斜計の出力が所定範囲にないとき、前記傾斜計が異常と自己診断することを特徴とする請求の範囲第1項から第3項のいずれかに記載の移動ロボットの異常検知装置。

- 25      5. 前記ロボットが、少なくとも上体と、前記上体に関節を介して揺動可能に連結されると共に、先端に関節を介して足部が連結される複数本の脚部リンクを備える脚式移動ロボットであり、前記内界センサが前記関節の角度、角速度および角加速度の少なくともいずれかを示す出力を生じる角度検出器を含むと共に、前記自己診断手段は、前記角度検出器の出力が所定範囲にないとき、前記角度検出



器が異常と自己診断することを特徴とする請求の範囲第1項から第4項のいずれかに記載の移動ロボットの異常検知装置。

5 6. 前記搭載機器が、撮像した画像を示す出力を生じる外界センサを含むことを特徴とする請求の範囲第1項から第5項のいずれかに記載の移動ロボットの異常検知装置。

10 7. 前記搭載機器が、前記ロボットに作用する床反力を測定する床反力検出器を含むと共に、前記自己診断手段は、前記床反力検出器の出力が所定範囲にないとき、前記床反力検出器が異常と自己診断することを特徴とする請求の範囲第1項から第6項のいずれかに記載の移動ロボットの異常検知装置。

15 8. 前記搭載機器が、前記駆動モータに供給される電流および前記駆動モータの温度を検出するセンサ群を含むと共に、前記自己診断手段は、前記検出された電流および温度の少なくともいずれかがそれぞれ設定される所定範囲にないとき、前記駆動モータが異常と自己診断することを特徴とする請求の範囲第1項から第7項のいずれかに記載の移動ロボットの異常検知装置。

20 9. 前記搭載機器が、前記制御ユニットおよび前記駆動モータに通電するバッテリーおよびその電圧を示す出力を生じる電圧センサを含むと共に、前記自己診断手段は、前記電圧センサの出力が所定値未満のとき、前記バッテリーが異常と自己診断することを特徴とする請求の範囲第1項から第8項のいずれかに記載の移動ロボットの異常検知装置。

25 10. 前記搭載機器が、操作者との音声による交信を可能とする音声認識装置を含むことを特徴とする請求の範囲第1項から第9項のいずれかに記載の移動ロボットの異常検知装置。

11. さらに、

i. 前記ロボットの外部に配置されて前記外部メモリを含む、マイクロコンピュータからなる操作用制御ユニットと、

および

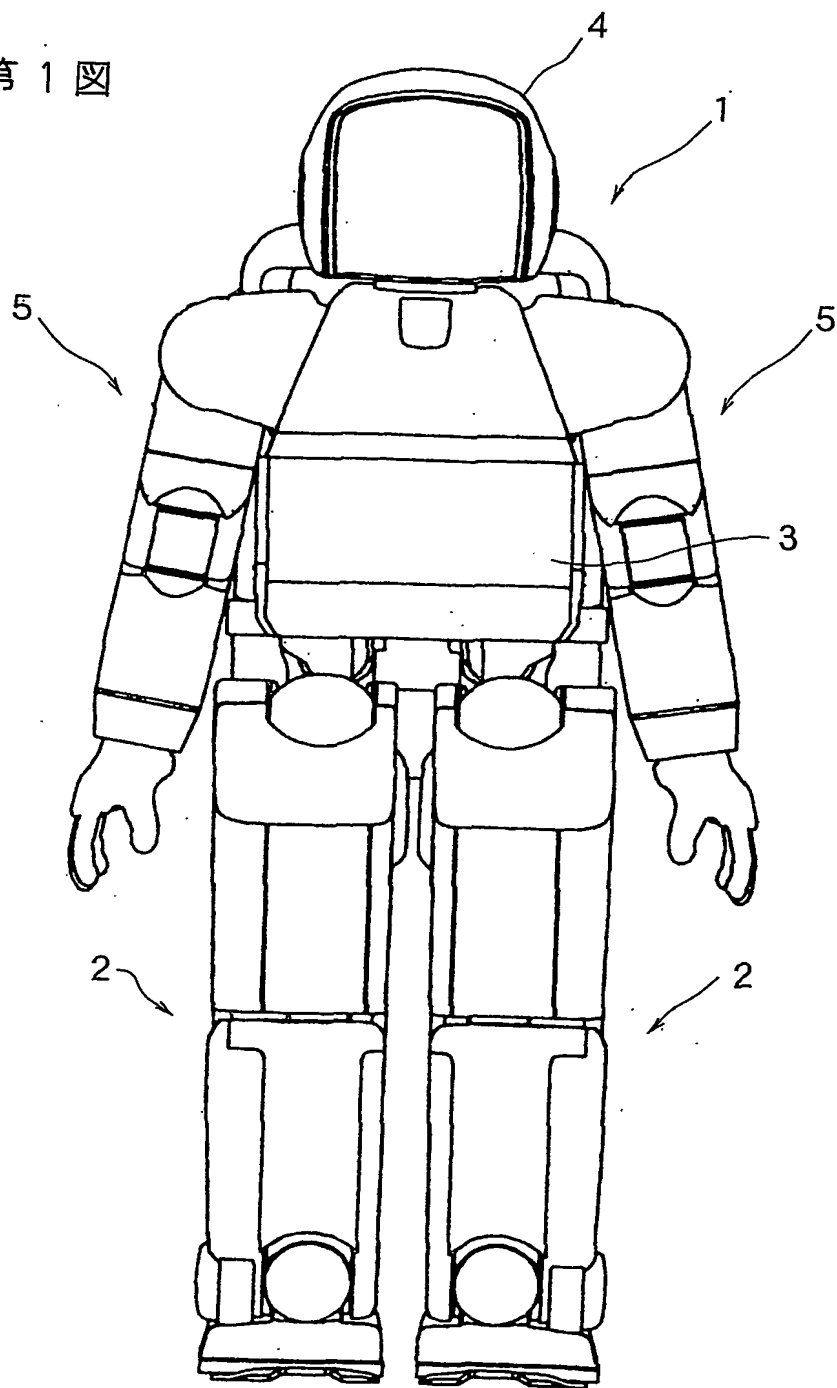
j. 前記制御ユニットと前記操作用制御ユニットを通信自在に接続する通信手段と、

5

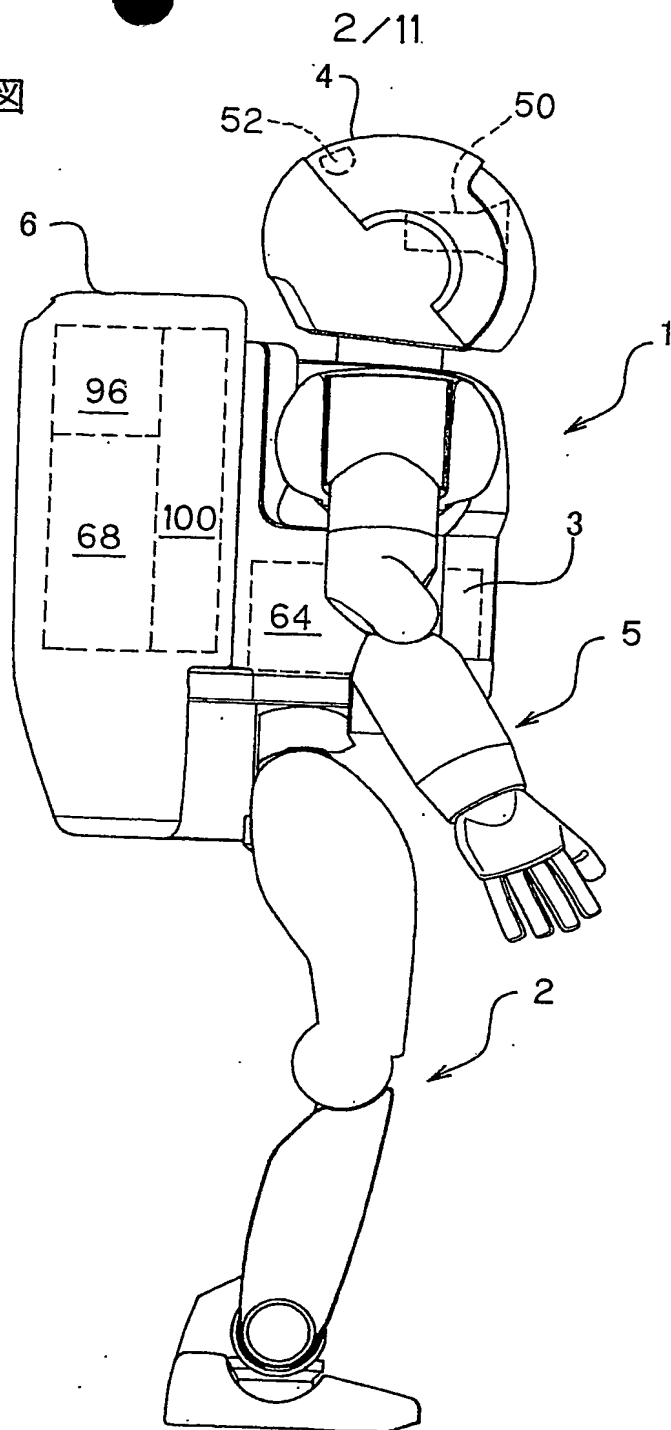
を備えると共に、前記自己診断手段は、前記通信手段が異常か否か自己診断することを特徴とする請求の範囲第1項から第10項のいずれかに記載の移動ロボットの異常検知装置。

1/11

第 1 図

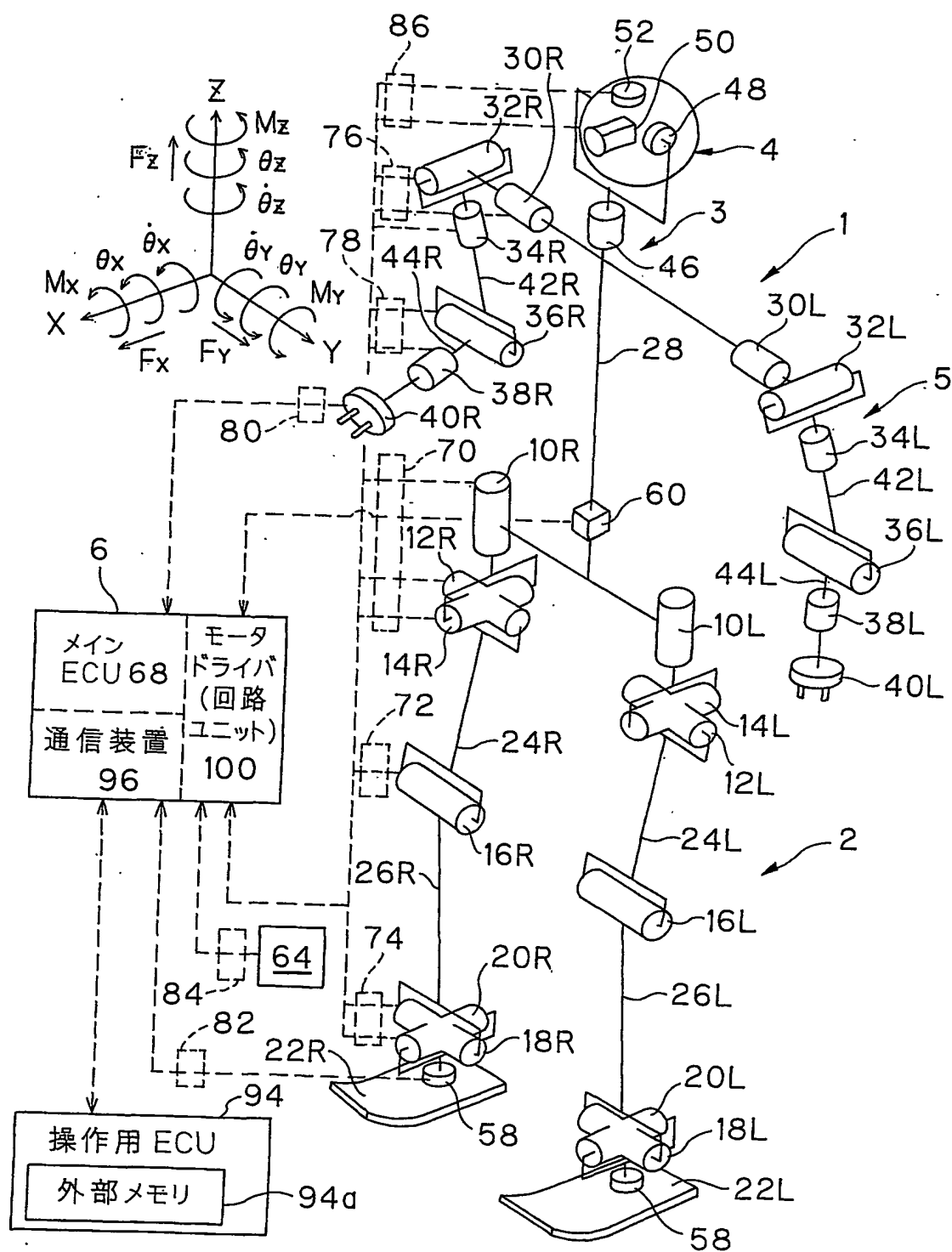


第 2 図

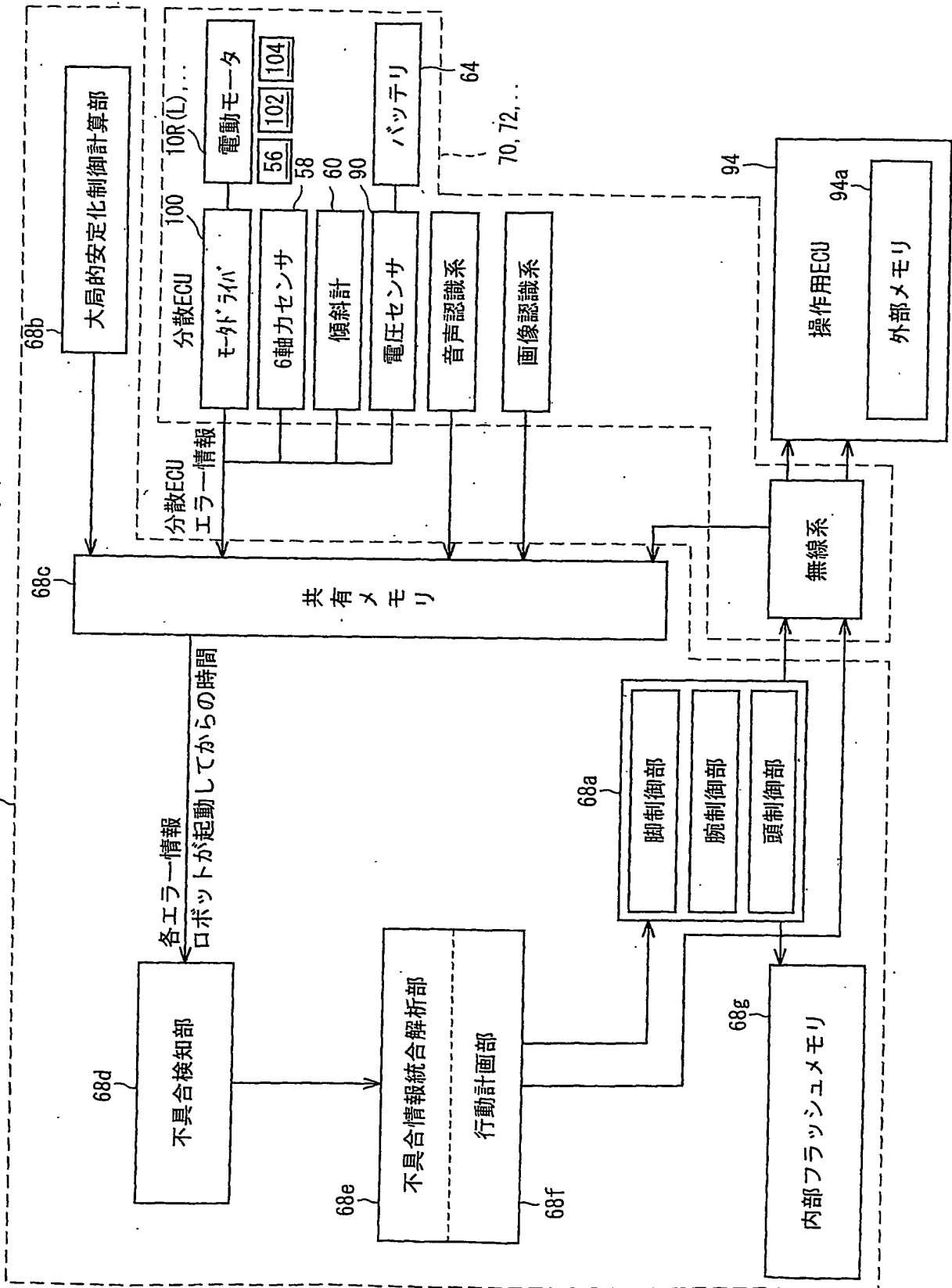


3/11

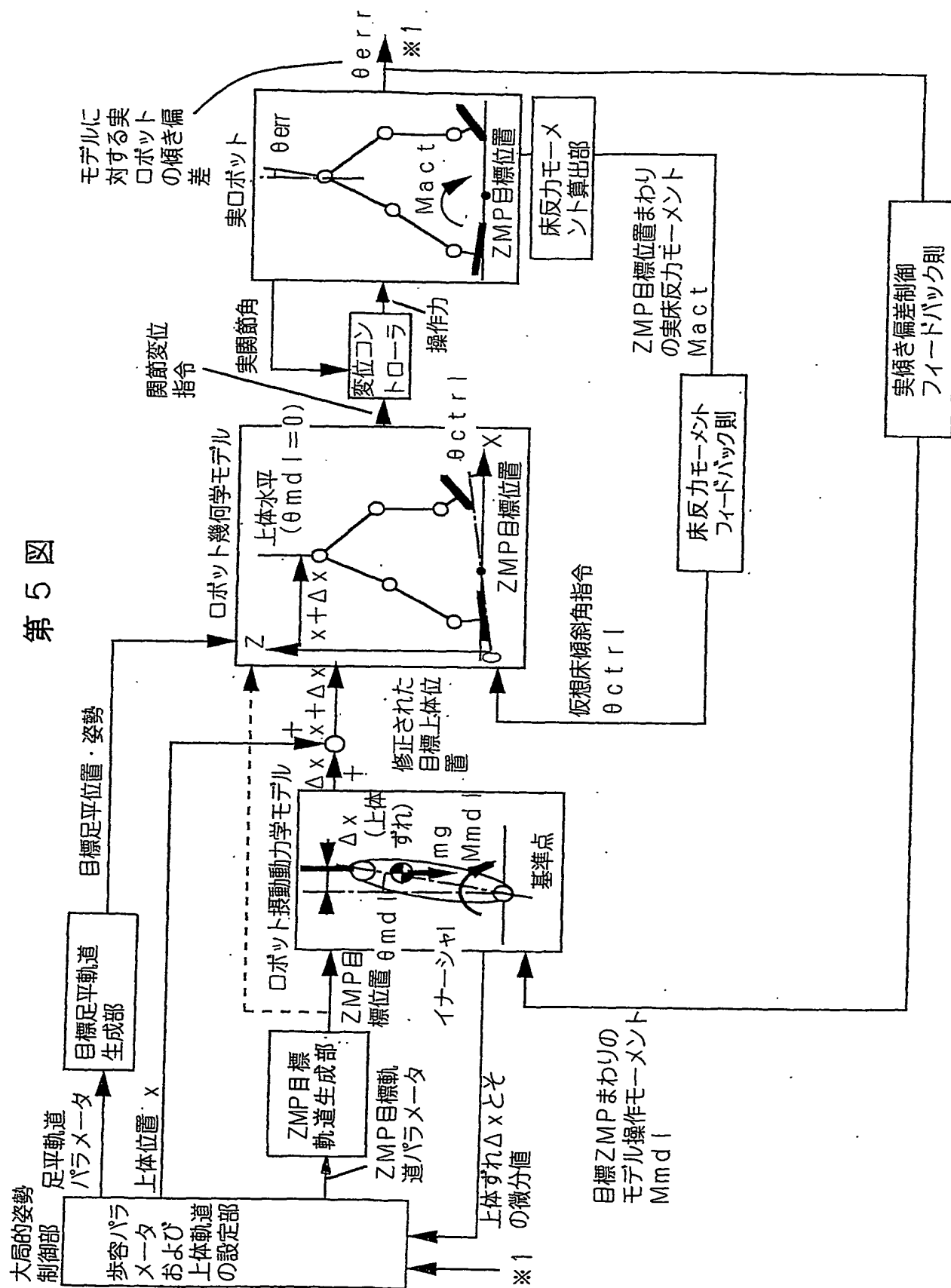
第 3 図



第 4 図

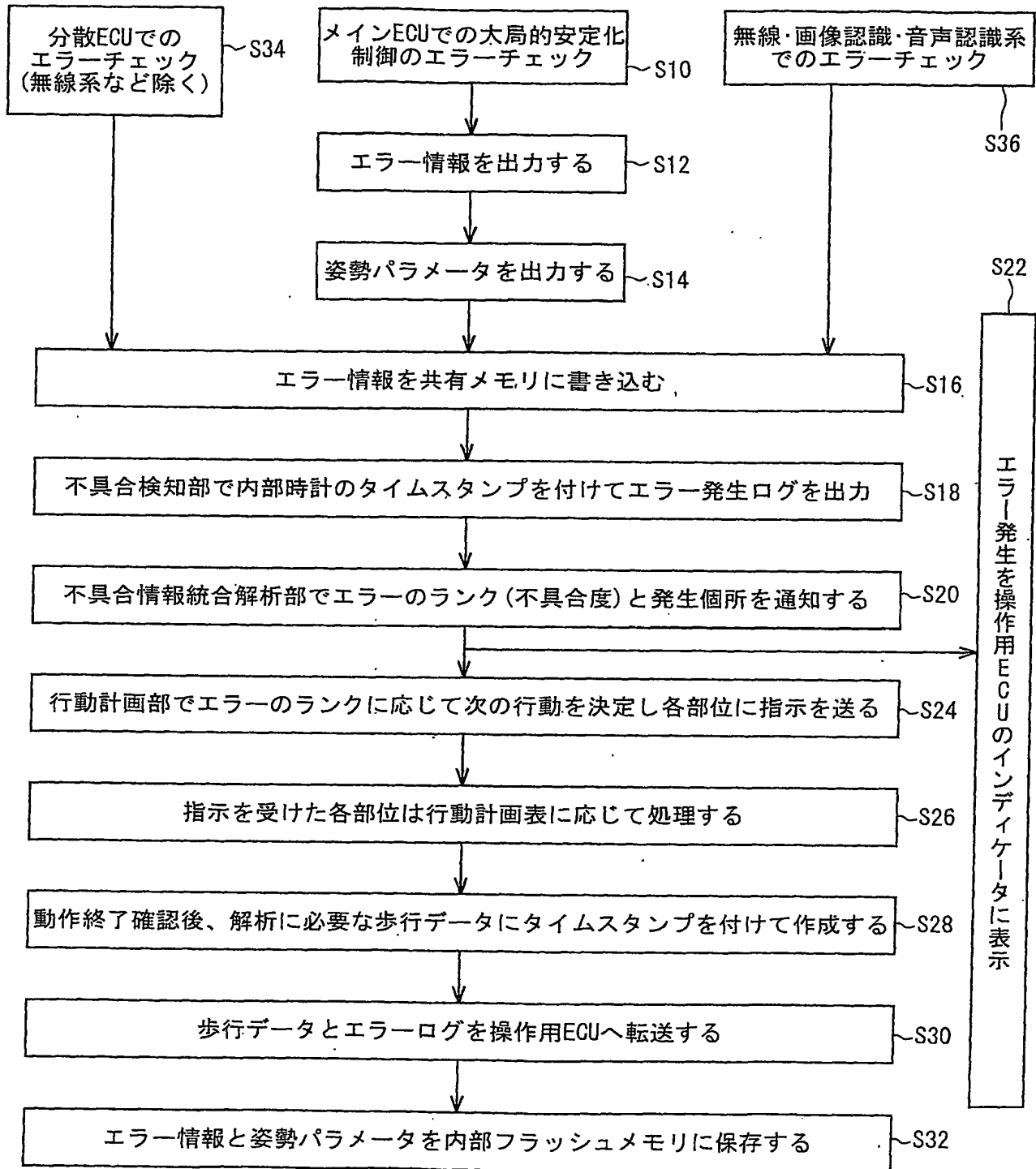


五  
無  
因



6/11

## 第 6 図



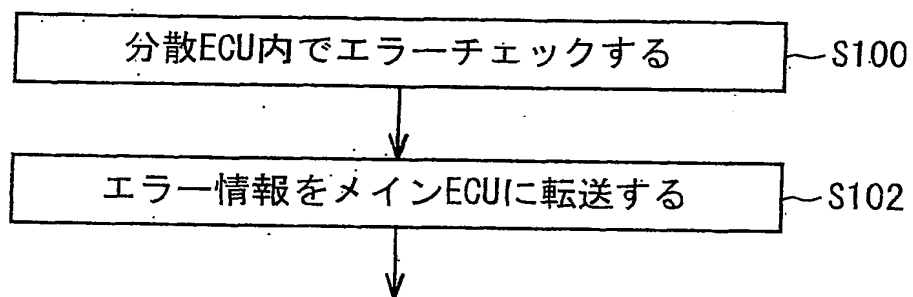


7/11

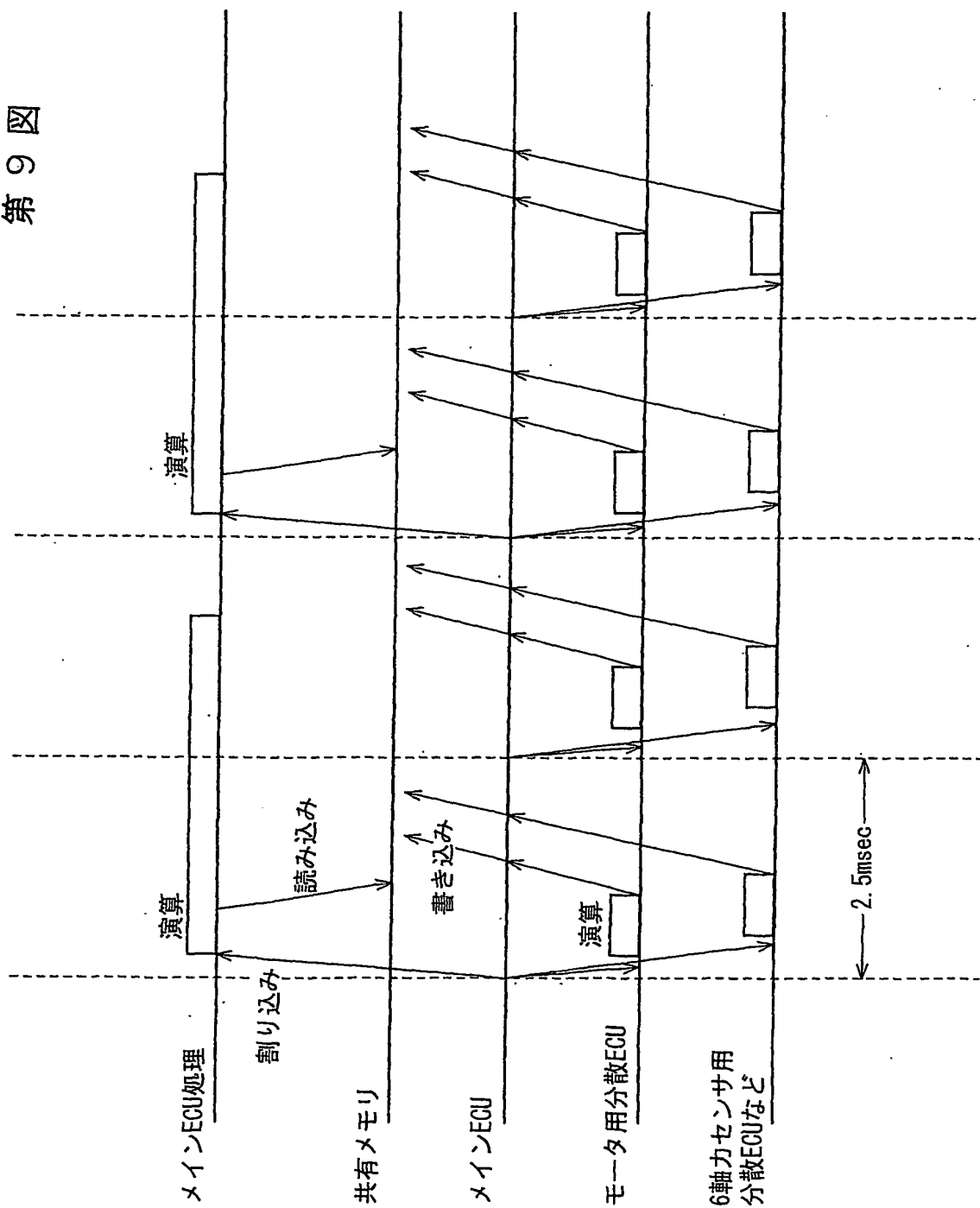
第 7 図

エラーチェック対象	エラーのランク (不具合度)	行動計画 (安定状態移行制御)
大局的安定化制御	FATAL	ロボットを直ちに停止させる ように制御
電動モータ	SMALL	報知してロボットの制御継続
	WARNING	ロボットのその1歩の動作が 終了するまで制御継続
	FATAL	ロボットを直ちに停止させる ように制御
傾斜計	FATAL	サブジャイロに切り替える と共にロボットを停止させるように制御
6軸力センサなど	FATAL	代替値を使用してロボットを 停止させるように制御
バッテリー、無線系 画像・音声認識系	WARNING	ロボットのその1歩の動作が 終了するまで制御継続

第 8 図

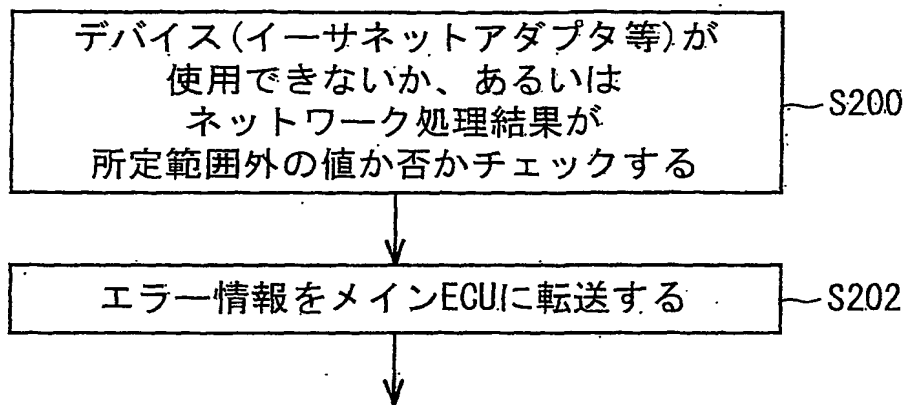


第9図

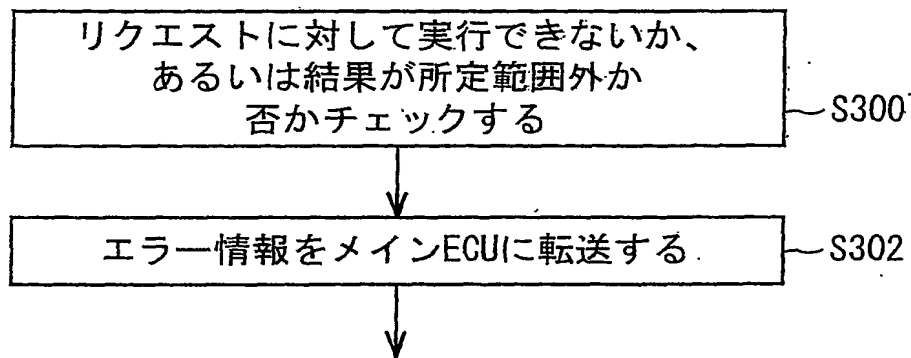


10/11

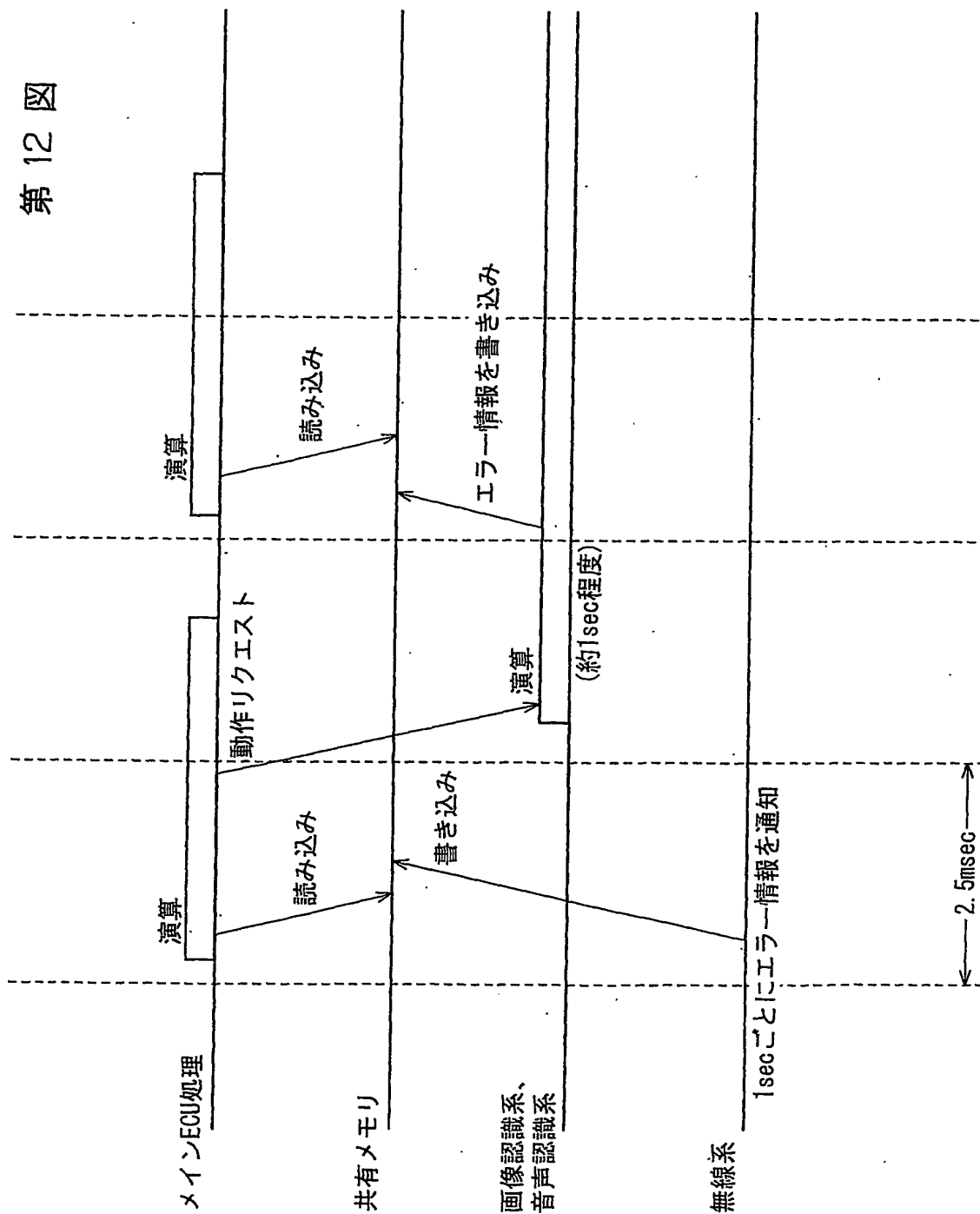
## 第 10 図



## 第 11 図



第 12 図



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/JP03/01578

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> B25J19/06, 5/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> B25J1/00-21/02, G05B19/18-19/46

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003  
Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 6064167 A (HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI KAISHA), 16 May, 2000 (16.05.00), Full text; all drawings & JP 11-48170 A	1-11
Y	JP 2002-144260 A (Sony Corp.), 21 May, 2002 (21.05.02), Full text; all drawings (Family: none)	1, 2, 4-11
Y	JP 2001-277163 A (Sony Corp.), 09 October, 2001 (09.10.01), Full text (Family: none)	1-11

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
---	--

Date of the actual completion of the international search  
06 May, 2003 (06.05.03)

Date of mailing of the international search report  
20 May, 2003 (20.05.03)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

P03/01578

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 1103449 A1 (Sony Corp.), 30 May, 2001 (30.05.01), Full text; all drawings & JP 2001-150374 A	5, 6, 8-10
Y	JP 7-334227 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 22 December, 1995 (22.12.95), Full text; all drawings (Family: none)	11

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int Cl<sup>7</sup> B25J19/06, 5/00

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int Cl<sup>7</sup> B25J1/00-21/02, G05B19/18-19/46

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国登録実用新案公報 1994-2003年

日本国公開実用新案公報 1971-2003年

## 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	US 6064167 A (HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI KAISHA) 2000.05.16, 全文, 全図 & JP 11-48170 A	1-11
Y	JP 2002-144260 A (ソニー株式会社) 2002.05.21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 2, 4-11
Y	JP 2001-277163 A (ソニー株式会社) 2001.10.09, 全文 (ファミリーなし)	1-11

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06.05.03

国際調査報告の発送日

20.05.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

八木 誠

3C

9348

電話番号 03-3581-1101 内線 3324



C (続き) . 関連すると認められる

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	EP 1103449 A1 (SONY CORPORATION) 2001.05.30, 全文, 全図 & JP 2001-15037 4 A	5, 6, 8-10
Y	JP 7-334227 A (日本電信電話株式会社) 1995.12.22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	11